

PHILIPPE AUDRA, JEAN-YVES BIGOT

La grotte de Saint-Benoît:
un modèle de cavité
épinoyée

extrait de

Méailles
et la région d'Annot

direction PHILIPPE AUDRA



UNIVERSITÀ DI PADOVA, DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA
INSTITUT ZA RAZISKOVANJE KRASA ZIRC SAZU

LA GROTTES DE SAINT-BENOÎT : UN MODELE DE CAVITE EPINOYEE

PHILIPPE AUDRA, JEAN-YVES BIGOT

Le rocher de la Lare est un petit massif de calcaire nummulitique situé en bordure du Coulomp à proximité du village de Saint-Benoît (fig. 1). Ce rocher abrite quelques cavités comme la grotte des Perles, explorée par M. SIFFRE [1977], et la grotte de Saint-Benoît, étudiée par le Musée de Monaco [BARRAL & al. 1955]. Ces deux cavités ont été récemment reliées, formant un réseau labyrinthique de 2 km de développement, le plus long des Alpes de Haute-Provence, d'une dénivellation de 68 m. La grotte de Saint-Benoît est une ancienne émergence perchée (alt. 640 m) dans les parois qui dominent la vallée du Coulomp (560 m). C'est un tube

d'environ 3 m de diamètre, long d'environ 400 m. La cavité est globalement horizontale, mais présente un profil en montagnes russes, avec une série de labyrinthes de petits conduits développés sous l'axe principal, descendant jusqu'à la grotte des Perles. Cette complexité apparente s'explique aisément dans le cadre du fonctionnement des réseaux épinoyés (voir chapitre "Spéléogénèse" dans cet ouvrage).

UN KARST DÉVELOPPÉ DANS UNE BANDE DE CALCAIRE ÉTROITE ET REDRESSÉE

La montagne de la Lare correspond au flanc sud du synclinal de Saint-Benoît, constitué d'une barre de calcaire nummulitique de quelques dizaines de mètres d'épaisseur, redressée à environ 50° dans la cluse du pont de la Reine Jeanne (fig. 2). Il s'agit du cas extrême de karst de contact, disposé en "karst en bande" [LAURITZEN 2001], avec un affleurement très restreint d'une strate calcaire redressée, enserrée de marnes imperméables. Cette situation est paradoxalement très favorable à la spéléogénèse : le réseau karstique est concentré dans le volume restreint de calcaire ; le karst bénéficie des apports allogènes de l'une ou des deux couches imperméables encadrantes. Dans le cas de



Figure 1 - La montagne de la Lare, vue du pont de la Reine Jeanne, avec les entrées étagées du réseau de Saint-Benoît (Photo. Ph. Audra). A view of The Lare Mountain from Reine Jeanne bridge. The entrances of the Saint-Benoît system are leveled along the wall.

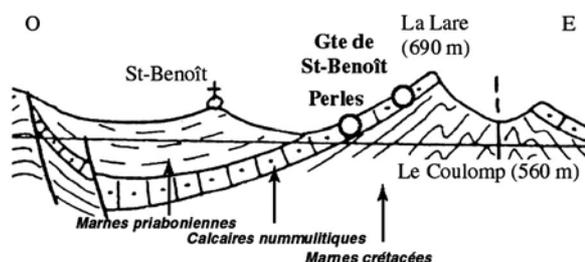


Figure 2 - Coupe géologique ouest-est le long de la N 202, aux environs de Saint-Benoît [KERKHOVE 2004]. West-East geological cross-section along the N 202 road, around Saint-Benoît [KERKHOVE 2004].

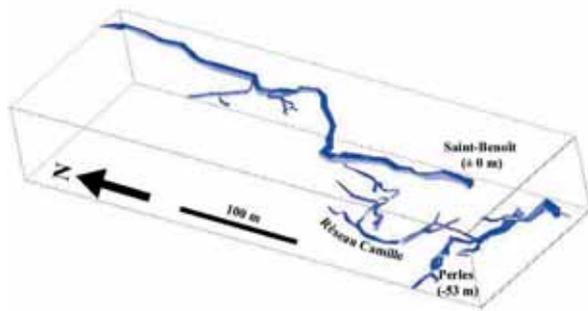


Figure 3 - Vue 3D de la grotte de Saint-Benoît (réalisé sous VisualTopo). Les trois éléments du réseau apparaissent : le drain principal de Saint-Benoît en montagnes russes ; une concentration en labyrinthe horizontal dans la grotte des Perles ; ces deux éléments sont reliés par les labyrinthes de soutirage du réseau Camille. *3D view of the Saint-Benoît Cave (made with VisualTopo). The three elements of the system are the following : the main looping drain of Saint-Benoît ; a dense horizontal maze in the Perles Cave ; both elements are connected by the “soutirage” maze of the Camille series.*

la Lare, les marnes crétacées sous-jacentes ne peuvent contribuer à l'alimentation (fig. 2) ; en revanche, la couverture de marnes priaboniennes est susceptible de contribuer à une recharge indirecte par infiltration des ruissellements de surface arrivant au contact des calcaires. De plus, le bassin d'alimentation est susceptible de s'étendre plusieurs kilomètres vers le nord, au-dessus de Castellet-lès-Sausses, en direction du col du Fam et du Mourre Frey. La seule cavité notable dans ce secteur est la petite émergence temporaire du Brec (voir chapitre “Karst” dans cet ouvrage), mais la relation avec le système de Saint-Benoît n'est pas certaine.

Le réseau de Saint-Benoît constitue le terme aval de ce système karstique, développé dans cette bande inclinée de calcaire. En conséquence, le réseau

est confiné selon un axe N-S. Au moins deux niveaux horizontaux apparaissent clairement : le drain principal de la grotte de Saint-Benoît et le labyrinthe de la grotte des perles, perchés respectivement d'environ 80 m et 27 m au-dessus du talweg du Coulomp, auquel il faut ajouter le niveau d'émergence actuelle, dans le petit ruisseau au pied de la barre (source Fontani). Chaque niveau matérialise un stade d'arrêt de l'enfoncement de la vallée, la source Fontani étant adaptée au niveau actuel. Celui des Perles est probablement “assez récent”, alors que le niveau haut perché de Saint-Benoît est beaucoup plus ancien, sans toutefois atteindre les grands replats de vallée connus dans le secteur entre +130 et +200 m, qui pourraient correspondre à la surface d'abandon pliocène (voir chapitre “Relief” dans cet ouvrage). Ainsi, en première approximation, ce réseau correspondrait à l'enregistrement de l'incision quaternaire de la vallée du Coulomp, dépendant lui-même du Var très proche.

DES TUBES EN MONTAGNES RUSSES ET DES LABYRINTHES DE SOUTIRAGE

Le fonctionnement des réseaux épinoyés est détaillé dans le chapitre “Spéléogénèse” (dans cet ouvrage). La complexité réelle de ce labyrinthe de 2 km apparaît beaucoup plus simplement en appliquant ce modèle de fonctionnement (fig. 3, 4).

- Le drain principal correspond à la grotte de Saint-Benoît. C'est un conduit en tube de plusieurs mètres de diamètre (fig. 5). Son profil en long est en montagnes russes, avec une amplitude verticale des boucles d'une vingtaine de mètres. À l'étiage, le drain était vide. En début de crue, l'eau arrivait par l'amont, et se déversait successivement de boucles en boucles, les

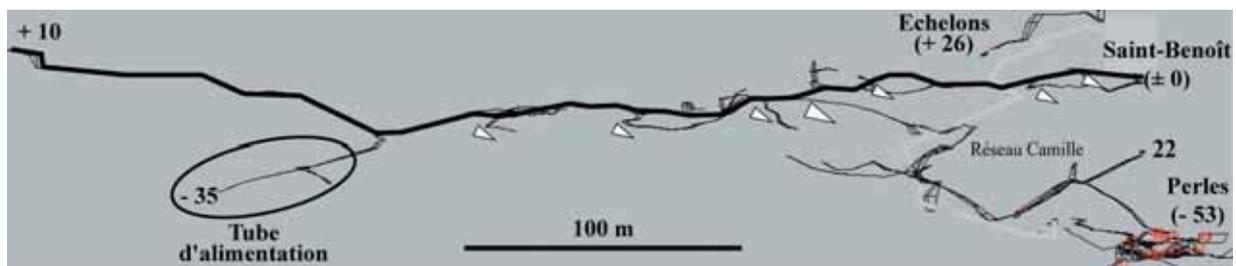


Figure 4 - Coupe projetée S-N de la grotte de Saint-Benoît (réalisé sous VisualTopo). Le trait gras suit le tracé du drain principal de Saint-Benoît, le réseau inférieur à gauche est un tube d'alimentation de crue. Tous les autres labyrinthes sont des soutirages (marqués par une flèche triangulaire). *S-N cross-section of the Saint-Benoît Cave (made with VisualTopo). The bold line corresponds to the main drain of Saint-Benoît. The lower series at the left correspond to a high water feeder tube. Other mazes are “soutirages”(shown with triangular arrows).*



Figure 5 - Drain principal en tube de la grotte de Saint-Benoît (Photo. J.-Y. Bigot). *Main drain in tube of the Saint-Benoît Cave.*

- noyant progressivement. Chaque point haut des boucles est un seuil asymétrique de déversement (fig. 6) : l'amont est de section tubulaire, car l'écoulement est toujours noyé ; l'aval est incisé par un surcreusement peu marqué façonné par le déversement torrentiel en début de crue. Dès que la boucle située à l'aval est remplie, l'écoulement est entièrement noyé, façonnant le conduit en tube.
- Un seul tube d'alimentation de crue est connu, le réseau inférieur le plus éloigné de l'entrée. Il est le seul à remonter en direction de l'entrée et les vagues d'érosion présentes à la confluence confirment la direction du courant, de l'amont vers le drain principal. En début de crue, l'eau remontait de la zone noyée profonde par ce conduit et ennoyait progressivement le drain principal. Au maximum de la crue, quand l'en-



Figure 6 - Seuil de déversement épinoyé dans la grande galerie de la grotte de Saint-Benoît, côté aval. On distingue le surcreusement et des ébauches de marmites correspondant au déversement torrentiel en début de crue ; en pleine crue, l'écoulement est noyé et façonne un conduit en tube (Photo. J.-Y. Bigot). *Epiphreatic threshold in the main drain of the Saint-Benoît Cave. The downstream side shown on the picture displays shallow entrenchment and potholes induced by the torrential flow at the beginning of the high water ; at the maximum of the high water, the drain is flooded and evolves as a tube.*

semble du réseau était ennoyé, l'eau refluit jusqu'à la grotte des Échelons (non reliée actuellement), point haut du système, à +26 m (fig. 4). D'autres tubes d'alimentation de ce type doivent exister au-delà du terminus amont du drain principal.

- Tous les autres labyrinthes inférieurs sont des soutirages. Ils s'ouvrent aux points bas de boucles du drain principal ou dans les remontées. Certains ne sont que des *by-pass* des seuils (fig. 4), d'autres soutirent l'eau du drain principal. Le réseau Camille acheminait les eaux de soutirage vers le réseau inférieur de la grotte des Perles. Il s'agit de tubes de petit diamètre, de quelques dizaines de centimètres à 1,5 m au maximum (fig. 7). Ils présentent également un profil en montagne russes avec des seuils de déversement, façonnés par les puissants flots de soutirage. L'écoulement était torrentiel en début de crue, noyé pendant et en fin de crue, lors de la vidange du drain principal. Ce mode de fonctionnement, avec un très fort gradient hydraulique, a généré de multiples diffusions de crue et des soutirages de décrue, à l'origine de l'aspect extrêmement labyrinthique [PALMER 1975].

LE FONCTIONNEMENT ÉPINOYÉ EN RELATION AVEC L'ENFONCEMENT DE LA VALLÉE DU COULOMP

Ce mode de fonctionnement épinoyé se rattache étroitement à l'évolution de la vallée du Coulomp. Trois phases au moins peuvent être distinguées.

- Initiation du drain principal de Saint-Benoît : le



Figure 7 - Le réseau Camille, petit conduit labyrinthique de soutirage (Photo. J.-Y. Bigot). *Camille series, a maze of small soutirages tubes.*

niveau de la vallée du Coulomp se situe à l'altitude de la grotte de Saint-Benoît. Un drain se met en place sous le toit de la zone noyée.

- Phase épinoyée principale : le Coulomp s'enfonce d'une soixantaine de mètres, au niveau de la grotte des Perles. À l'étiage, des sous-écoulements acheminent les faibles débits. Ces conduits localisés sous le niveau de la grotte des Perles sont inconnus. En crue, le réseau se mettait en charge sur une soixantaine de mètres de hauteur, si bien que la grotte de Saint-Benoît devait fonctionner en trop-plein, déversant en cascade dans la paroi, à l'image de la grotte du Revest (Alpes-Maritimes) dans les gorges du Loup [AUDRA 2000]. En décrue, le réseau se dénoyait progressivement de haut en bas, jusqu'au retour aux conditions d'étiage. C'est la phase de spéléogénèse la plus dynamique, lors de laquelle le drain principal a atteint ses grandes dimensions et les labyrinthes de soutirages sont apparus.
- Phase actuelle : un fonctionnement similaire élabore probablement un réseau équivalent, mais encore inconnu (voir chapitre "Karst" dans cet ouvrage pour la localisation précise des petites cavités évoquées ci-après). À l'étiage, la source Fontani draine la montagne de la Lare. Comme celle-ci est occultée par les alluvions, des trop-pleins se mettent en charge successivement : exurgence de la Lare, trou du Bœuf. Les vagues d'érosion présentes dans le trou du Bœuf attestent d'un courant remontant de la zone noyée profonde. Malheureusement, celui-ci se comble après les crues, par le bourrage d'alluvions issues du torrent de la Lare.

Le réseau de Saint-Benoît a enregistré deux stades d'enfoncement de la vallée du Coulomp, situés à +27 m (Perles) et à +80 m (Saint-Benoît). Cette dynamique fluviale est liée à la combinaison des mouvements de surrection du Mercantour proche et des variations du niveau de la Méditerranée, le Coulomp étant proche de la confluence avec le Var. Une étude affinée de la cavité et des indices morphologiques extérieurs permettrait de discriminer la part respective de la tectonique alpine et de l'eustatisme quaternaire de la Méditerranée.

Par ailleurs, les sédiments sont diversifiés. Le tube principal comporte de nombreuses concrétions corrodées. Le remplissage le plus ancien, visible dans certaines coupes, est un limon jaune. Les remplissages les plus récents sont des limons gris évoquant les marnes priaboniennes. Dans les par-

ties basses de la galerie principale, on trouve du sable et des graviers roulés, provenant des couvertures de grès d'Annot. Une perte a probablement contribué à alimenter le réseau, à un stade récent de la phase épinoyée.

CONCLUSION

La grotte de Saint-Benoît présente beaucoup de point commun avec les réseaux alpins, notamment celui des Siebenhengste dans les Alpes bernoises (Suisse) étudié par Ph. HÄUSELMANN [2002]. La mise en charge des conduits provoque la montée et le déversement des eaux par un système de conduits en montagnes russes présentant des seuils [AUDRA 1994]. La vidange après la crue des conduits entre deux seuils est à l'origine du creusement de nouveaux conduits dans les points bas,

les labyrinthes de soutirage. Comme dans les parties profondes du Bärenschacht (Suisse), les formes noyées en tube sont les plus développées, mais des indices comme les seuils vadoses montrent que le modèle à retenir est épinoyé. Le fonctionnement particulier lors de mises en charge saisonnières, et aussi l'abaissement du niveau de base contrôlé tant par la surrection alpine que par les variations du niveau de la Méditerranée, ont favorisé le développement de conduits de soutirage sous le drain principal et de cheminées de trop-plein au-dessus, sur une dénivellation de près de 80 m (en intégrant la grotte des Échelons).

La grotte de Saint-Benoît a le double avantage de présenter des morphologies claires de son fonctionnement épinoyé et d'être en plus aisément accessible à l'observation, ce qui n'est pas le cas des grands réseaux épinoyés alpins, situés souvent à de grandes profondeurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDRA PH. (1994) – Karsts alpins. Genèse de grands réseaux souterrains. *Karstologia Mémoires*, 5, 280 pp.
- AUDRA PH. (2000) – La crue au Revest (Alpes-maritimes) du 24 octobre 1999. *Spelunca*, 79 : 39-42. Publié en ligne en novembre 1999 à <<http://cnds06.free.fr/karst/cruces/cruces.html>>.
- BARRAL L., avec la collaboration de IAWORSKY G., MEMMI R., NOBLE J., NOTARI R., & ROUDERON J. (1955) – Les grottes de Saint-Benoît (B.-A.). Le gisement, les fouilles, la céramique. *Bulletin du Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco*, f. 2 : 149-228.
- HÄUSELMANN Ph. (2002) – Caves Genesis and its Relationship to Surface Processes : Investigations in the Siebenhengste Region (BE, Switzerland). *Höhlenforschung im Gebiet Sieben Hengste-Hohgant. Organ der Höhlenforschungsgemeinschaft*, 6 Thesis : 93-108.
- LAURITZEN S. E. (2001) – Marble stripe karst of the scandinavian Caledonides : an end-member in the contact-karst spectrum. *Acta Carsologica* (9th International Karstological School “Classical Karst – contact karst”). Slovene Arts and Sciences Academy, Ljubljana, t. 30, 2 : 47-79
- PALMER A. N. (1975) – The Origin of Maze Caves. *The NSS Bulletin*. National Speleological Society, Huntsville, t. 37, 3 : 56-76.
- SIFFRE M. (1977) – Morphologie souterraine et hydrogéologie du massif calcaire de la Lare, Saint-Benoît, (Alpes de Haute-Provence). *Mémoires du SCP*, Spéléo-club de Paris, 5, 46 pp.

LONG ABSTRACT

THE SAINT-BENOÎT CAVE : A MODEL OF EPIPHREATIC CAVE

The Lare Mountain is a stripe karst into tilted nummulitic limestone strata, which harbors the Saint-Benoît cave, a 2-km long labyrinth. This cave mainly developed during an epiphreatic phase. The main drain is a looping tube, fed by a high water tube and drained by “soutirages” labyrinths linked to the Perles cave. The Saint-Benoît cave system have recorded two phases of the Coulomp valley entrenchment (+80 m ; +12 m), which were induced both by Mercantour uplifting and Mediterranean sealevel changes. The Saint-Benoît cave is an epiphreatic model easy in access for observation.